



INOSILICATOS

INO-1 PX

Magdalena Rodas

INOSILICATOS

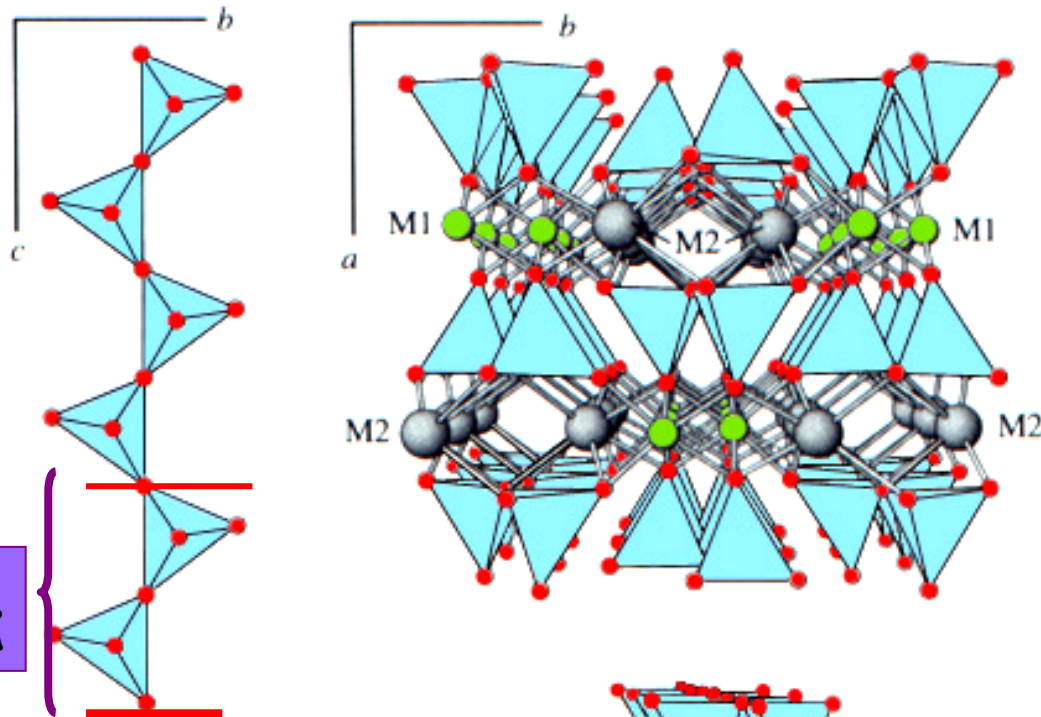
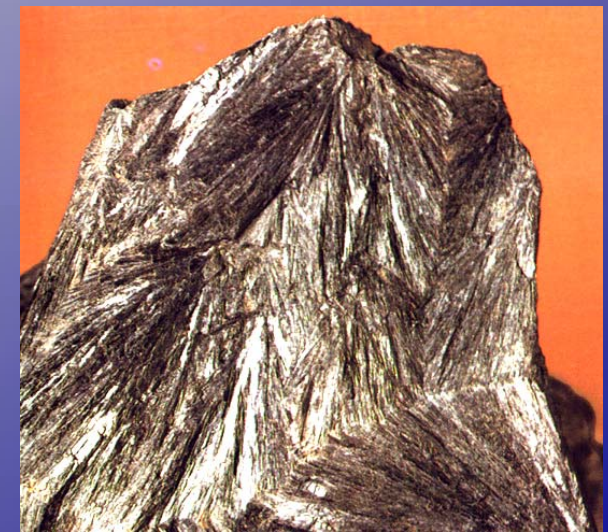
- Introducción: Rasgos estructurales básicos

- * Cadenas sencillas: Piroxenos y piroxenoides.
- * Cadenas dobles: Anfíboles

- Silicatos con **estructuras en cadenas** con una disposición infinita de los tetraedros según una dirección.
- Los tetraedros SiO_4 se disponen compartiendo **dos** oxígenos, para formar **cadena sencilla**. → **PIROXENOS**

Subclase: INOSILICATOS (grupo: PIROXENOS)

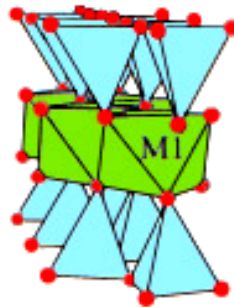
Grupo aniónico:
 $(\text{SiO}_3)_2^{4-}$

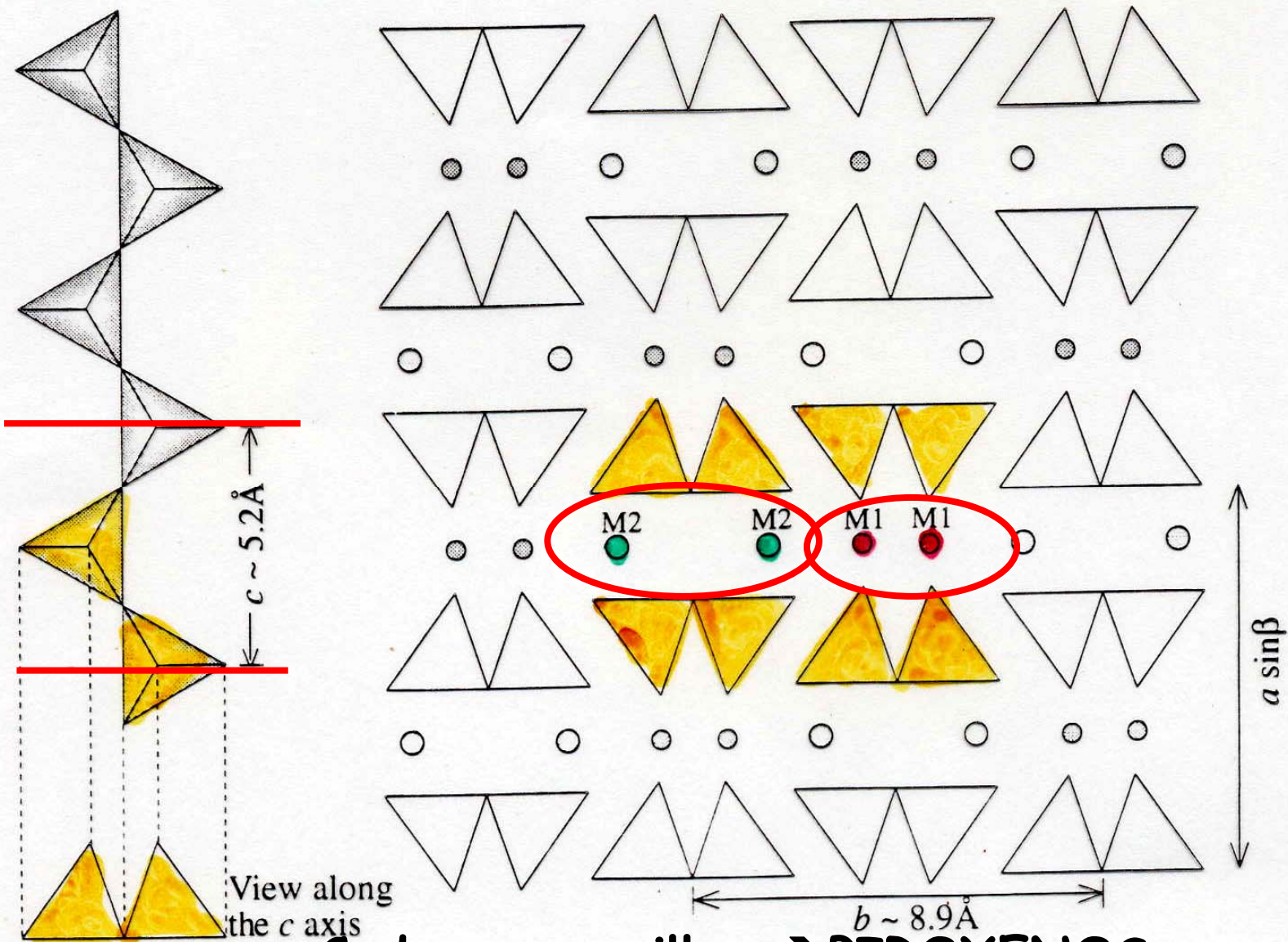


5,2Å

Oxígenos apicales

Bases de los tetraedros





Cadenas sencillas → PIROXENOS

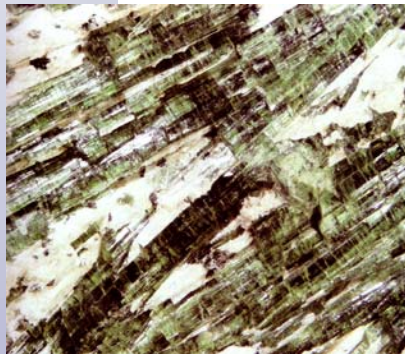
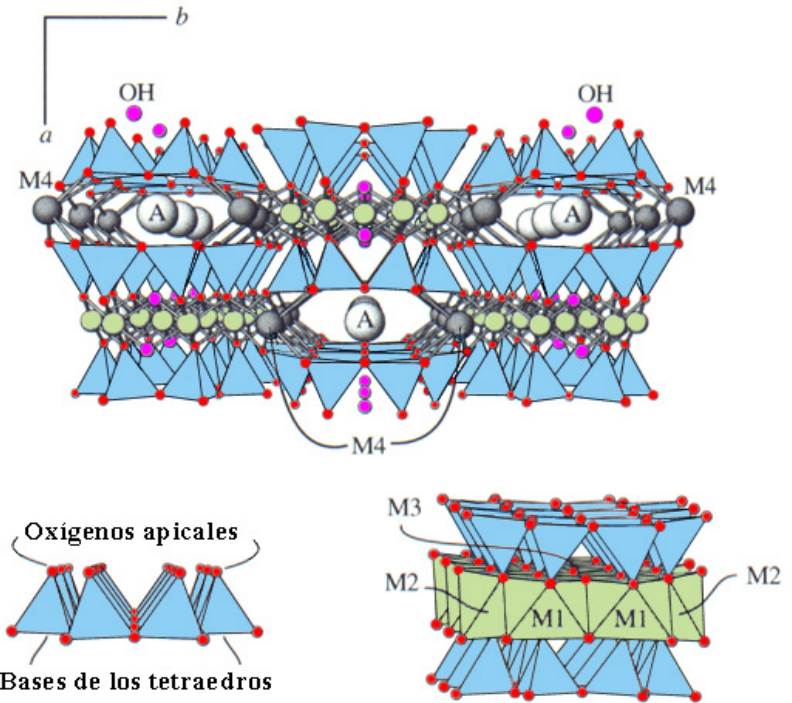
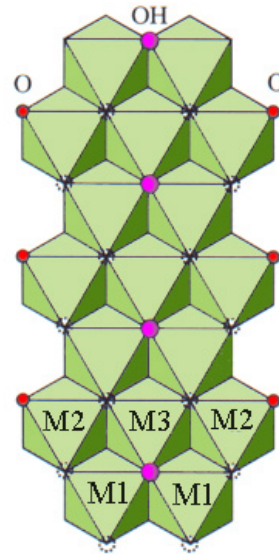
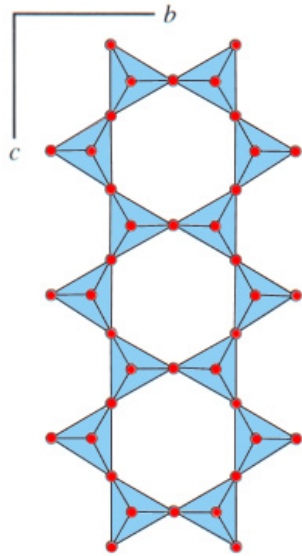
- A su vez estas cadenas simples pueden unirse lateralmente a través de un oxígeno de tetraedros alternos, formando **cadenas dobles**

→ **ANFIBOLES**

- ESTO DA LUGAR A LOS DOS GRANDES GRUPOS QUE CONSTITUYEN ESTA SUBCLASE:

• **PIROXENOS Y ANFIBOLES**

Subclase: INOSILICATOS (grupo: ANFÍBOLES)



Grupo aniónico: $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$

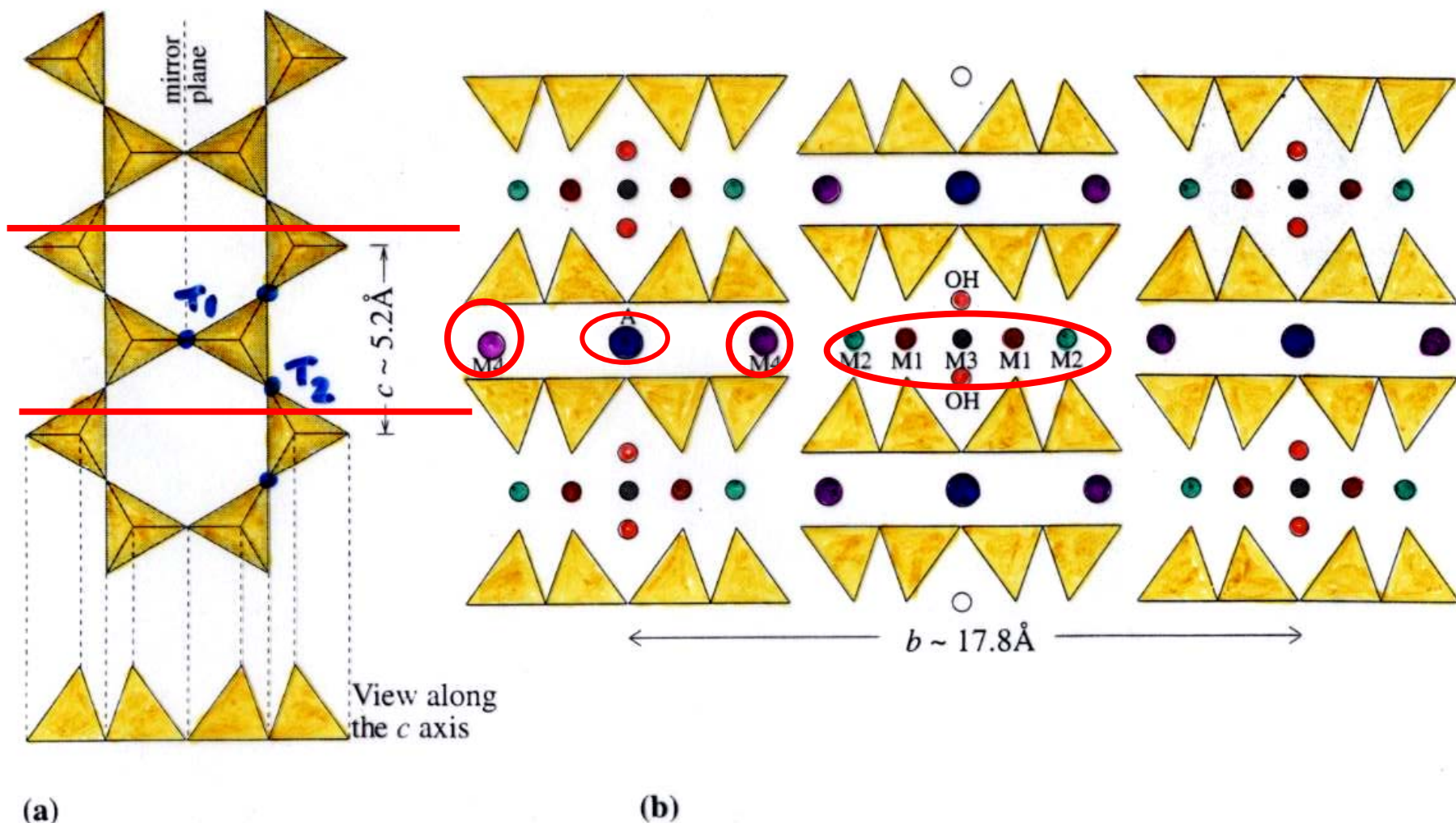
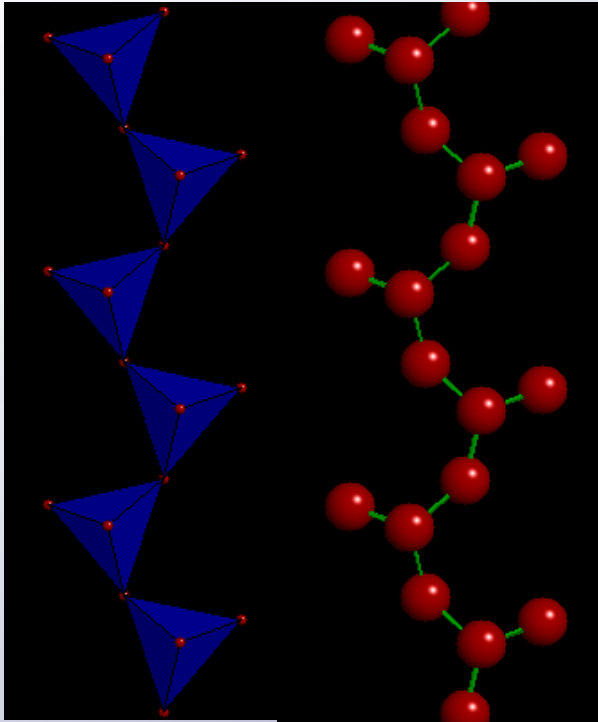
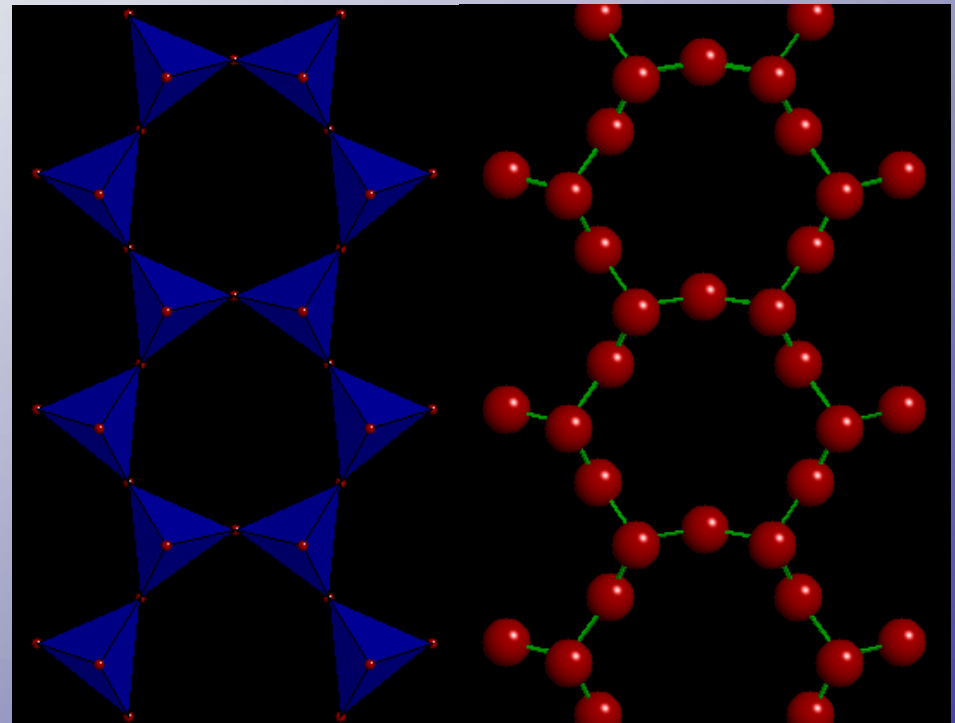


Figure 6.29. (a) A double chain of SiO_4 tetrahedra in amphiboles, extending along the c axis, and below, a schematic representation of this double chain viewed end-on. Here the chains are straight – in practice they are always slightly rotated as in Figure 6.30. (b) The arrangement of double chains in the amphibole structures, viewed along the c axis. The M1, M2 and M3 cations form chains of edge-sharing octahedra between the apices of the tetrahedra, while the larger M4 octahedra form similar chains between the bases of the tetrahedra. The A sites and the OH sites lie in the rings formed along the double chain. One I-beam, analogous to that in pyroxenes, has been shaded.

INOSILICATOS



- $[\text{SiO}_3]^{2-}$ Cadenas sencillas
- Piroxenos y Piroxenoides



- $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{4-}$ Dobles cadenas
- Amphiboles

PIROXENOS

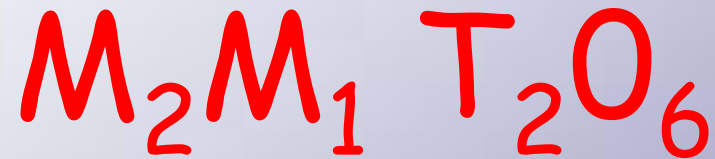
- Es el grupo más importante dentro de los silicatos Fe-Mg que forman tanto las rocas ígneas como metamórficas.
- Presentan variedades rómbicas y monoclinicas. Existen tres tipos de huecos en la estructura:

Tetraedro: Si, Al, Fe³⁺

Hueco M1: Al, Fe³⁺, Ti⁴⁺, Cr³⁺, V³⁺, Ti³⁺, Zr⁴⁺, Mg, Fe²⁺, Mn²⁺ (NC=6)

Hueco M2: Mg²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Li⁺, Ca²⁺, Na⁺. (NC=6,8)

Fórmula general de los piroxenos

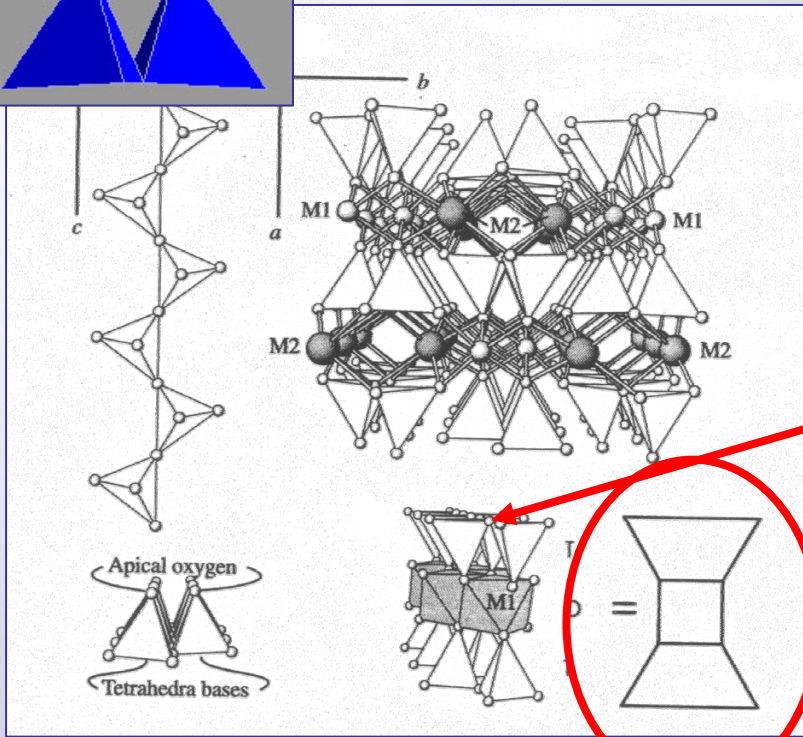
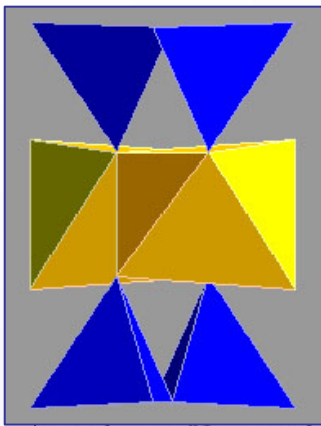


Cationes grandes en NC=8
o cationes medianos en NC=6

Cationes pequeños o medianos en NC=6

Si ó Al en coordinación tetraédrica NC=4

PIROXENOS ESTRUCTURA



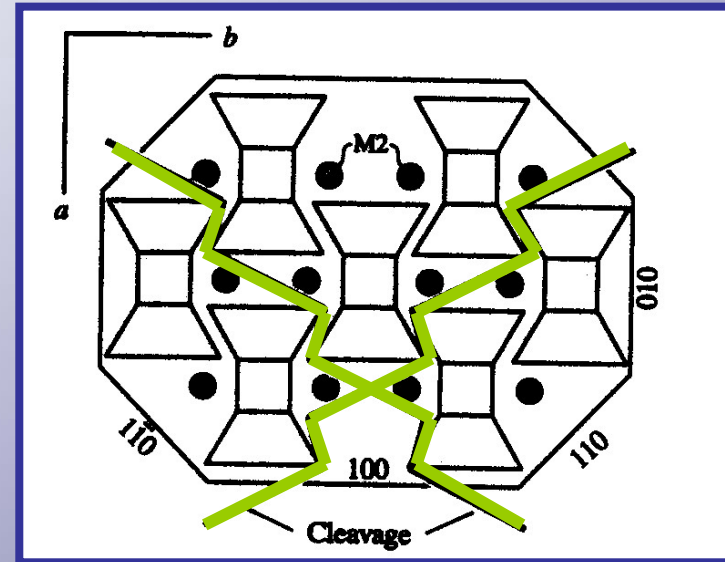
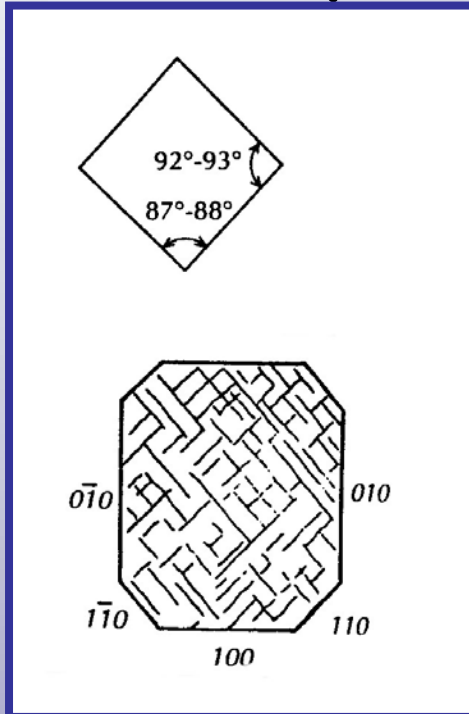
- En la estructura se pueden individualizar unos paquetes T-O-T (tetraedro-octaedro M1-tetraedro) de fuerte enlace.

- Se les llama **HACES-I**

- La presencia de estos haces-I en la estructura condiciona la EXFOLIACIÓN de los piroxenos

EXFOLIACIÓN

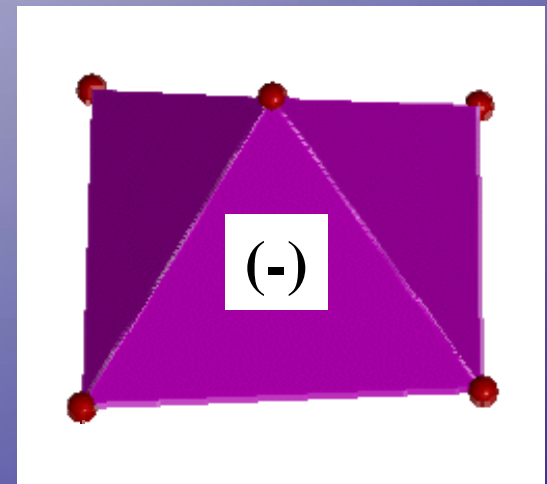
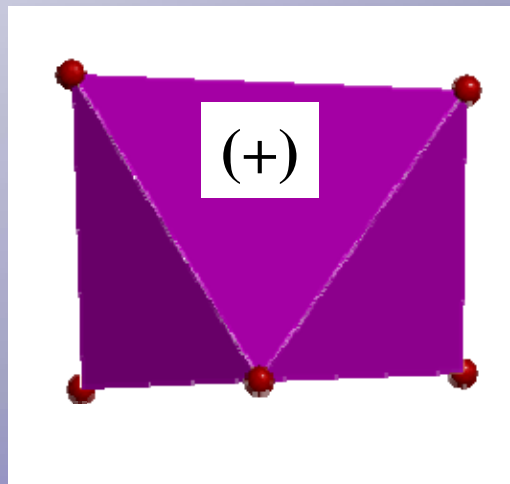
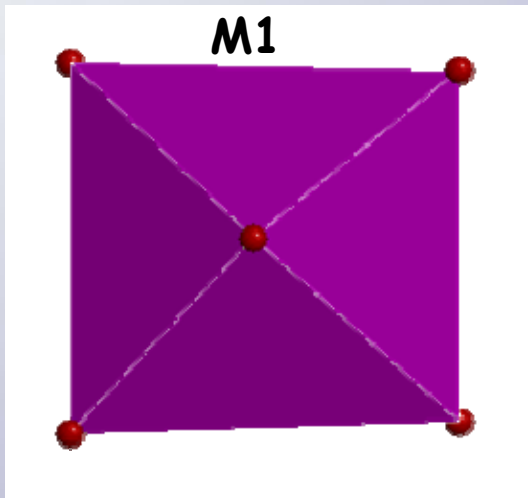
- La exfoliación se produce bordeando los haces-I de enlace muy fuerte.



- Se producen entonces dos sistemas de líneas de exfoliación que se cortan a 90°

DIFERENCIAS ESTRUCUTURALES ENTRE **CLINO Y ORTO** PIROXENOS

- Los octaedros M1 pueden tener 2 orientaciones diferentes que se denominan **por convenio** + y -



Cómo se puede ajustar la cadena de tetraedros a la cadena octaédrica?

Cadena de diopsido

Cadena de pigeonita

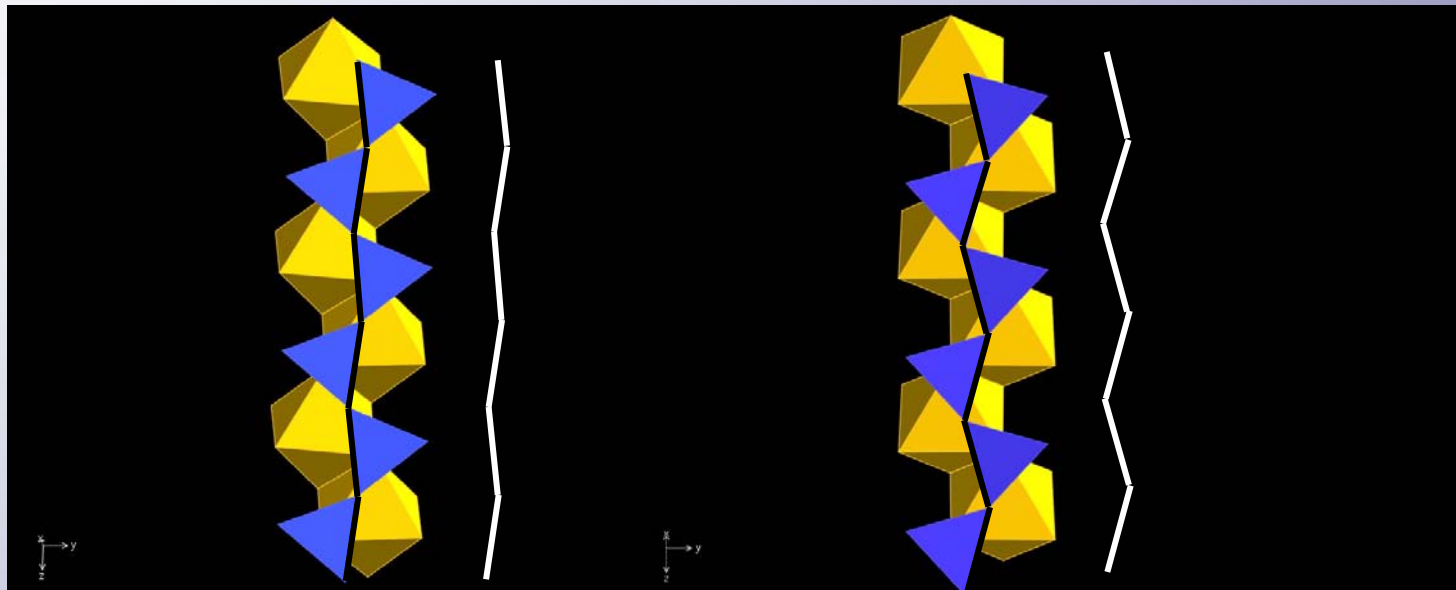
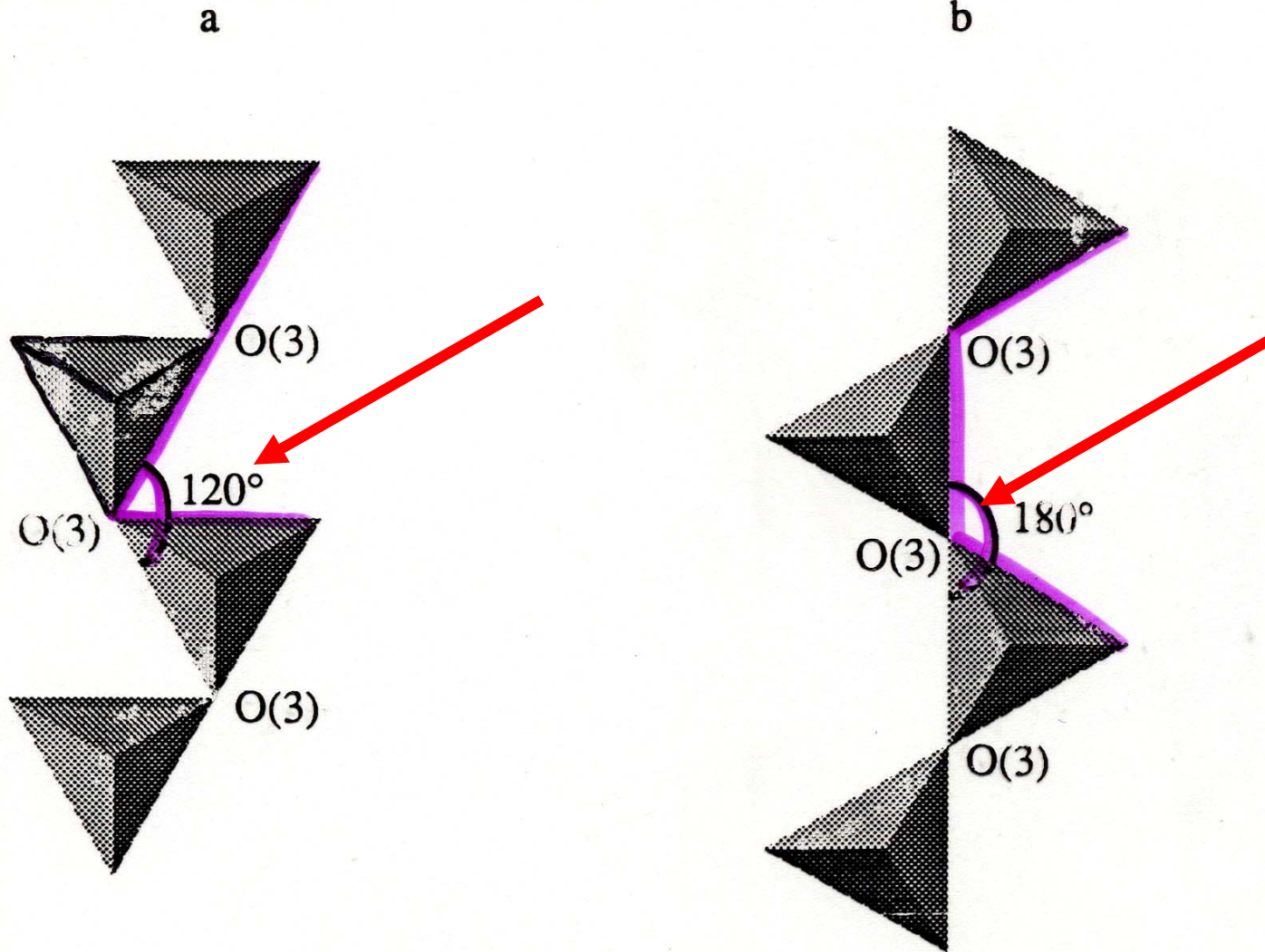
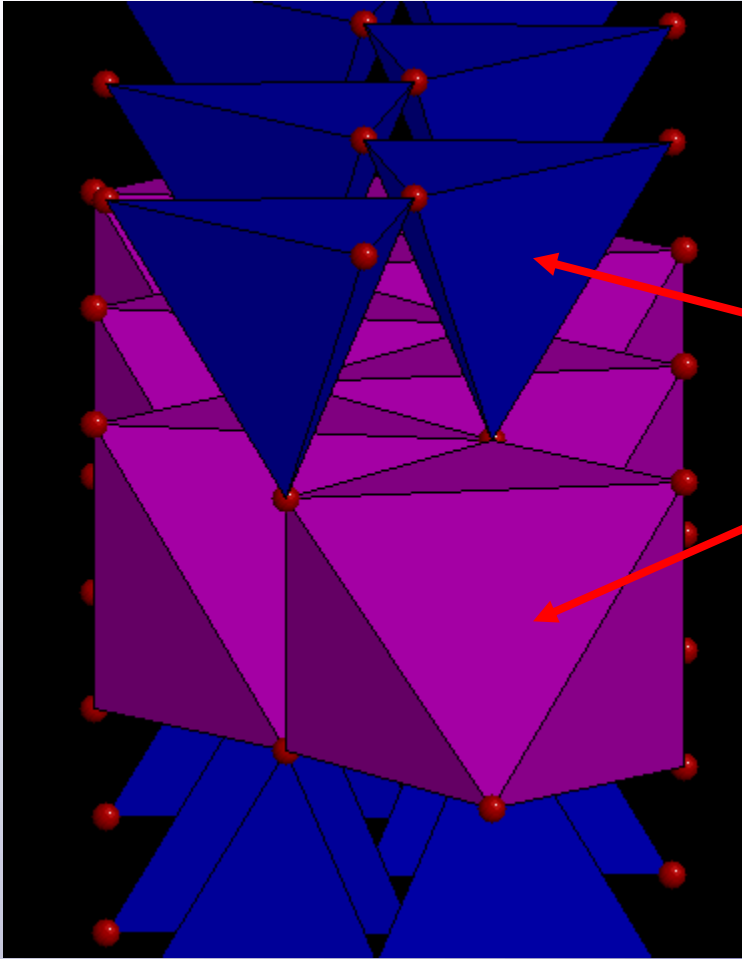


Figure 4-7. (a) A fully rotated and (b) a fully extended pyroxene chain. The O(3)-O(3)-O(3), or tetrahedral chain, angles are labeled.

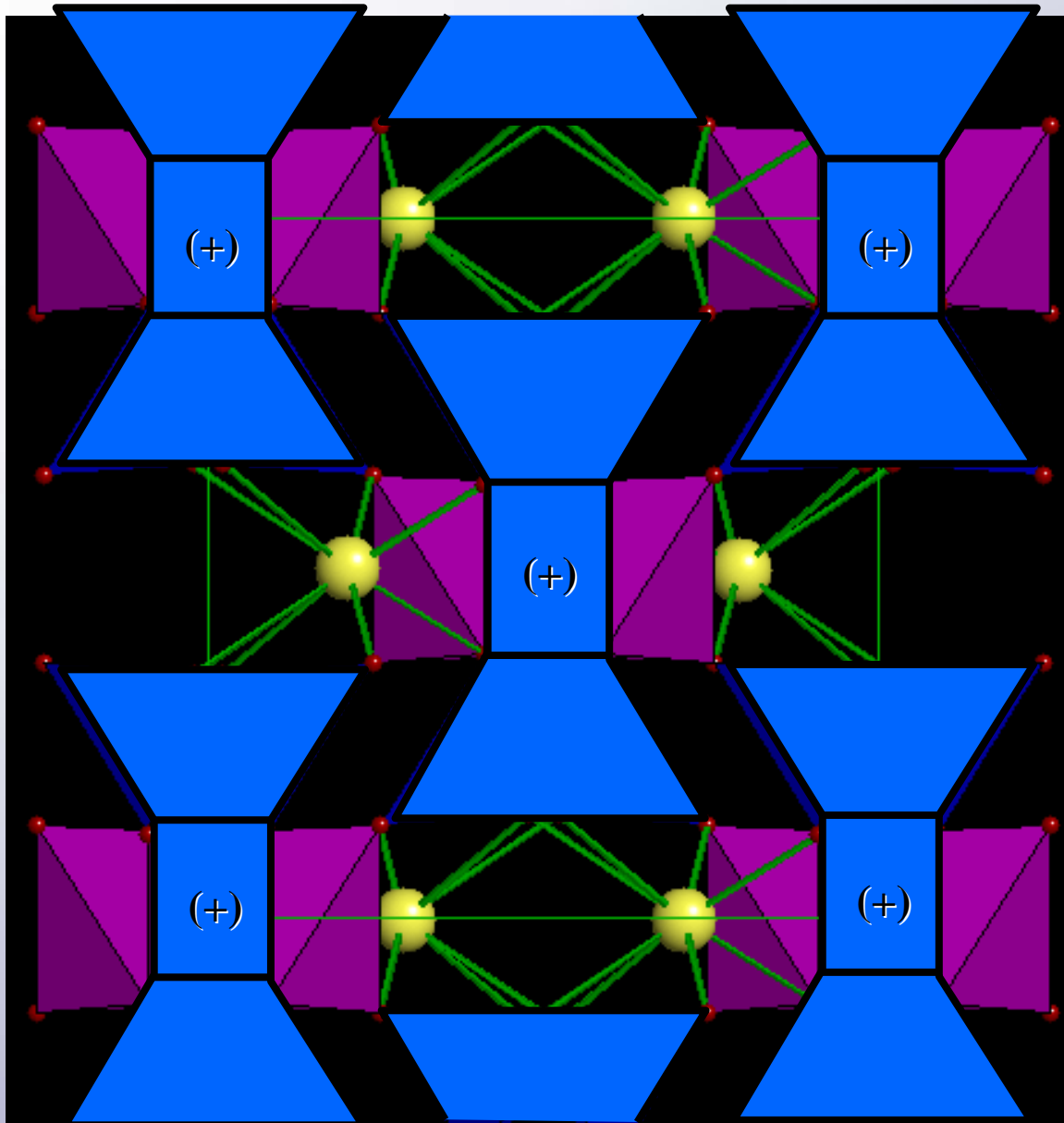


Inosilicatos(cadenas-sencillas): Piroxenos



Tetraedros y
octaedros M1

Clinopiroxenos



La estructura está
compuesta por
alternancia de

Haces-I

Los **Clinopiroxenos**
tienen todos los
Haces-I

Orientados igual (+)

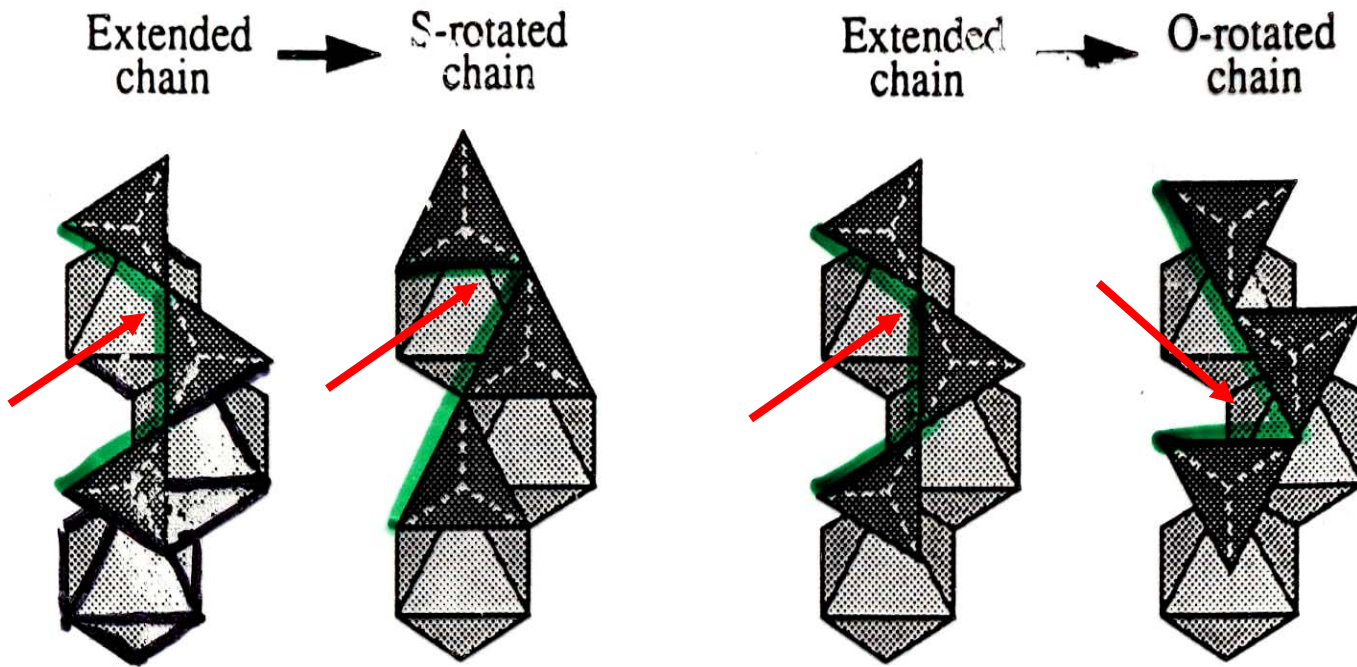
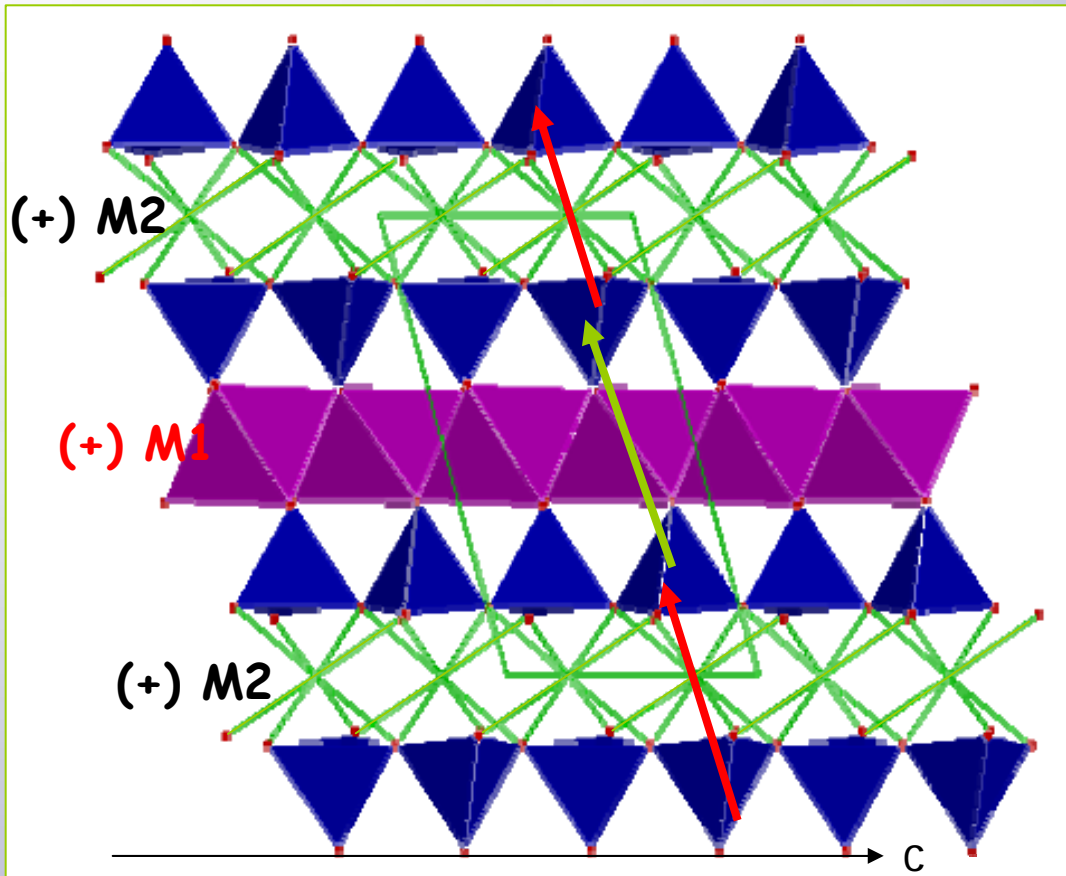


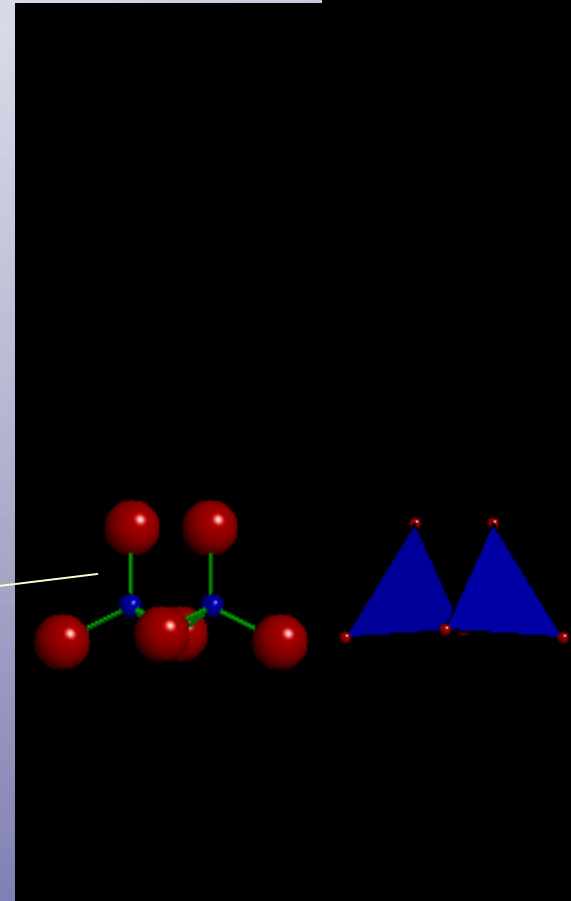
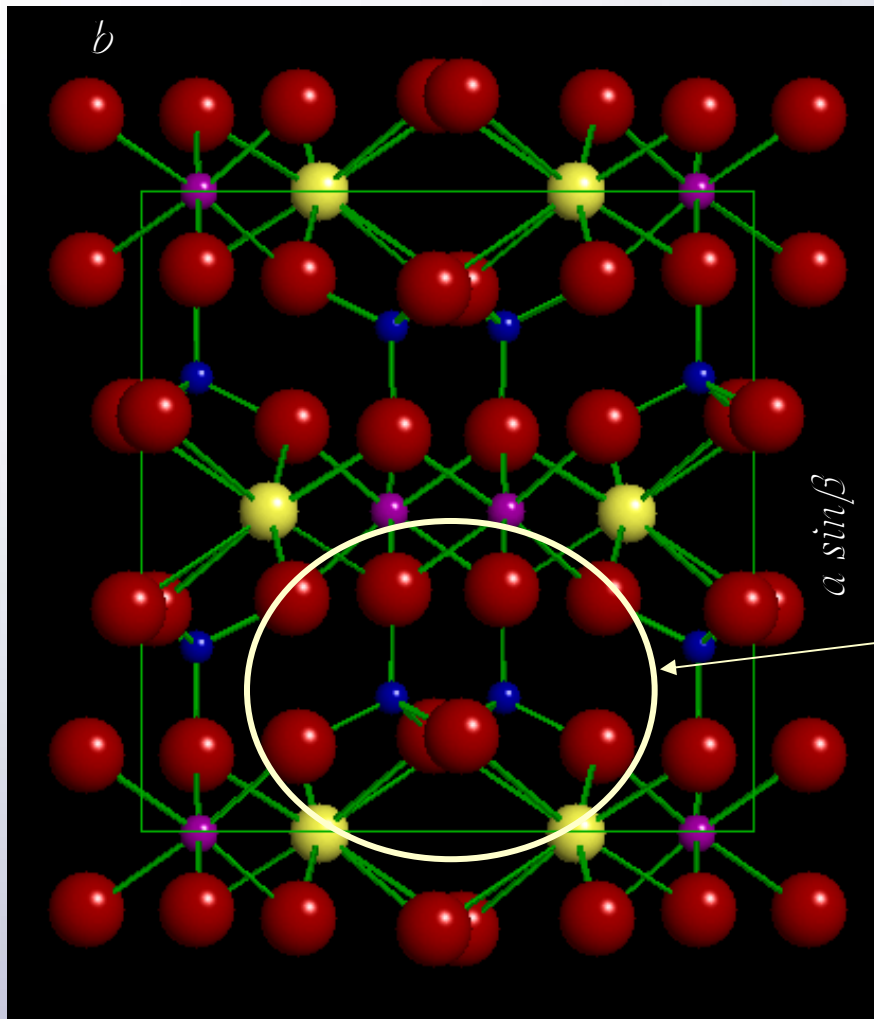
Figure 4-8. Tetrahedral chains in the extended, S-rotated, and O-rotated geometries. Note that the designation S or O depends upon the relative orientations of the tetrahedral and octahedral triangular faces linked through O(1).

CLINOPIROXENOS (Monoclínicos)



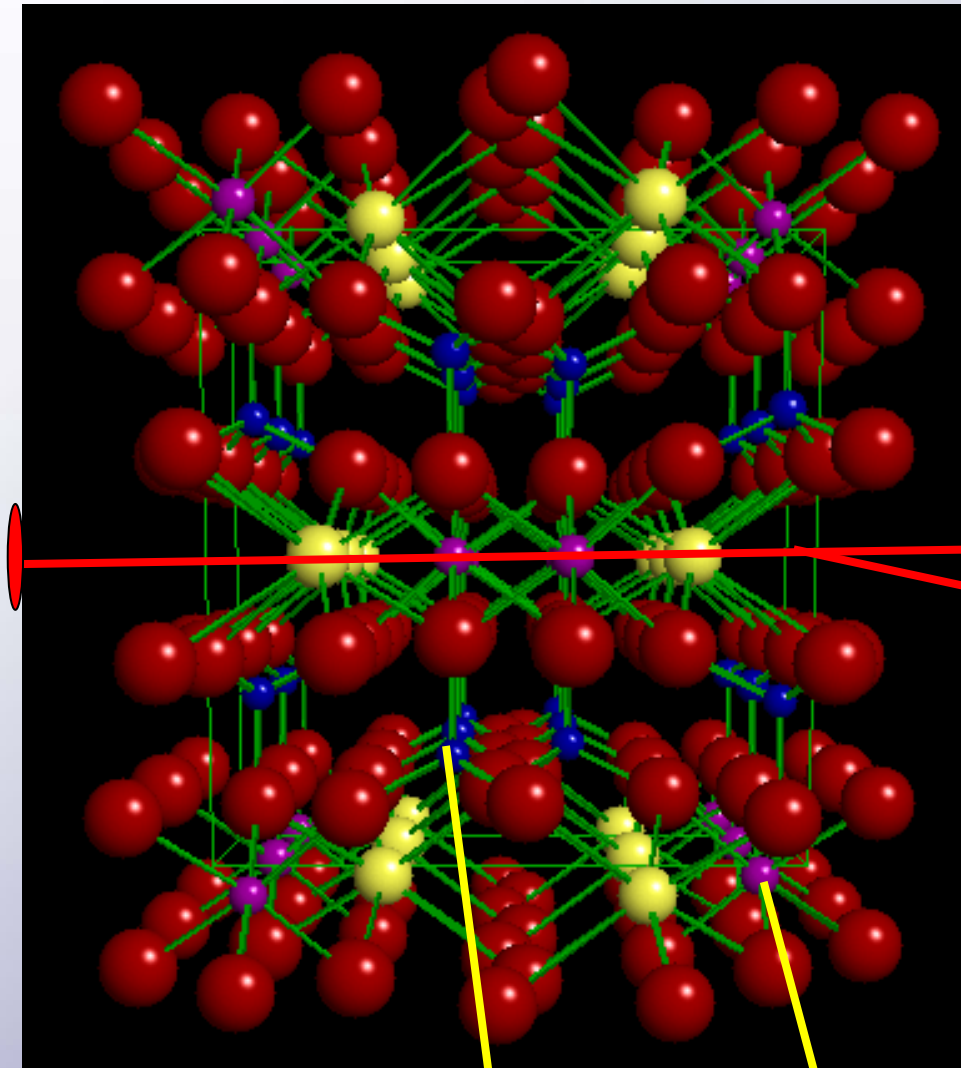
- Los clinopiroxenos tienen todos los octaedros orientados en (+). El resultado es una simetría **MONOCLÍNICA**

CLINOPIROXENOS



Diopsido (001) azul= Si; morado= M1 (Mg) ; amarillo = M2 (Ca)

CLINOPIROXENOS



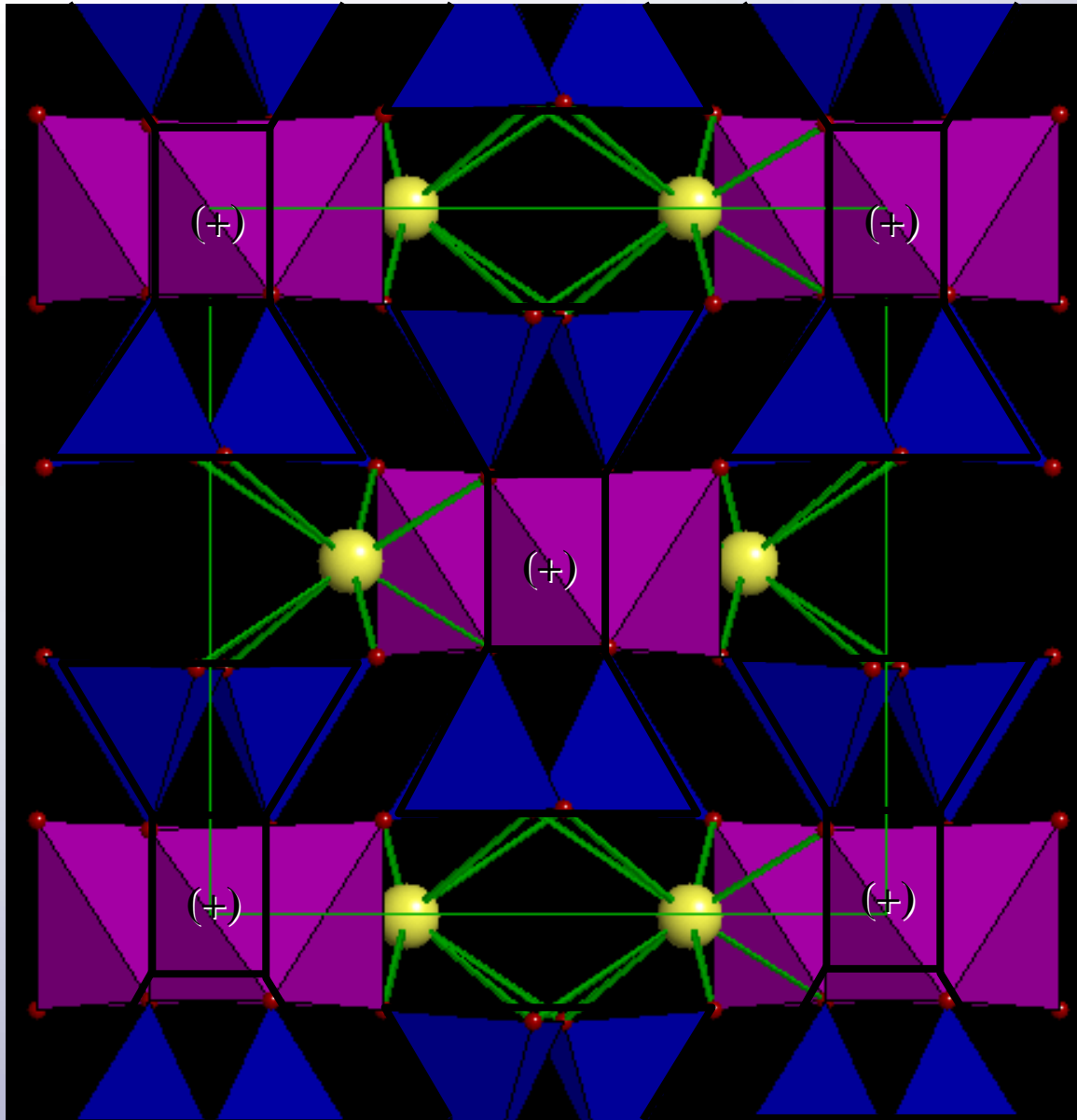
La celdilla unidad es monoclinica, el angulo β es Aprox. = 106°

Estructura idealizada, con todas las cadenas iguales y relacionadas entre si por simetría
Grupo espacial $C2/c$.

El eje binario coincide con la dirección del eje b y pasa por las posiciones M

Diopsido (001) azul = Si; morado = M1 (Mg); amarillo = M2 (Ca)

Clinopiroxenos



$$M1 < M2$$

La estructura en piroxenos esta compuesta por alternancia de

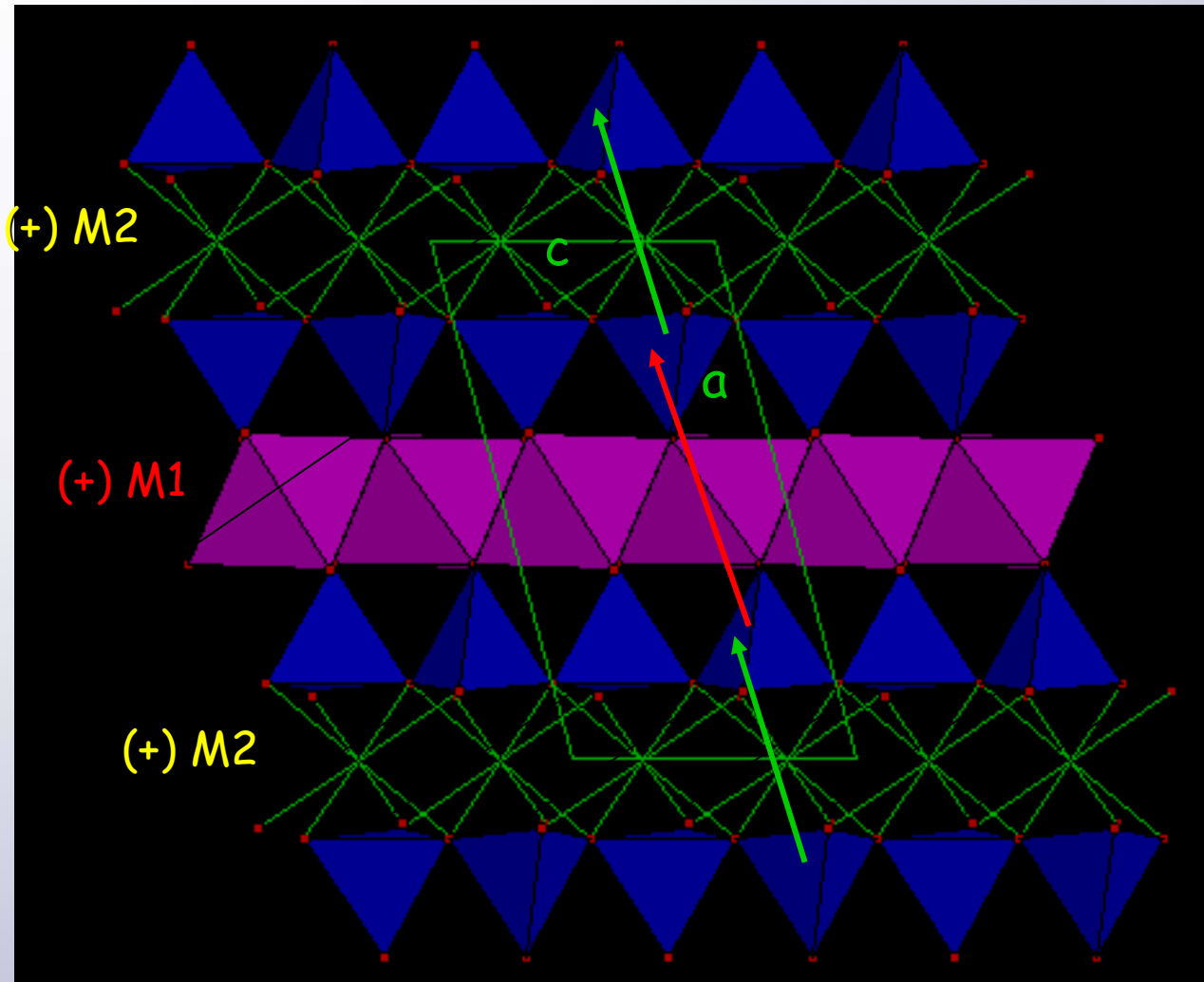
Haces-I

Clinopiroxenos tienen todos los

Haces-I

orientados de igual manera: todos son (+) en esta orientación

clinopiroxenos



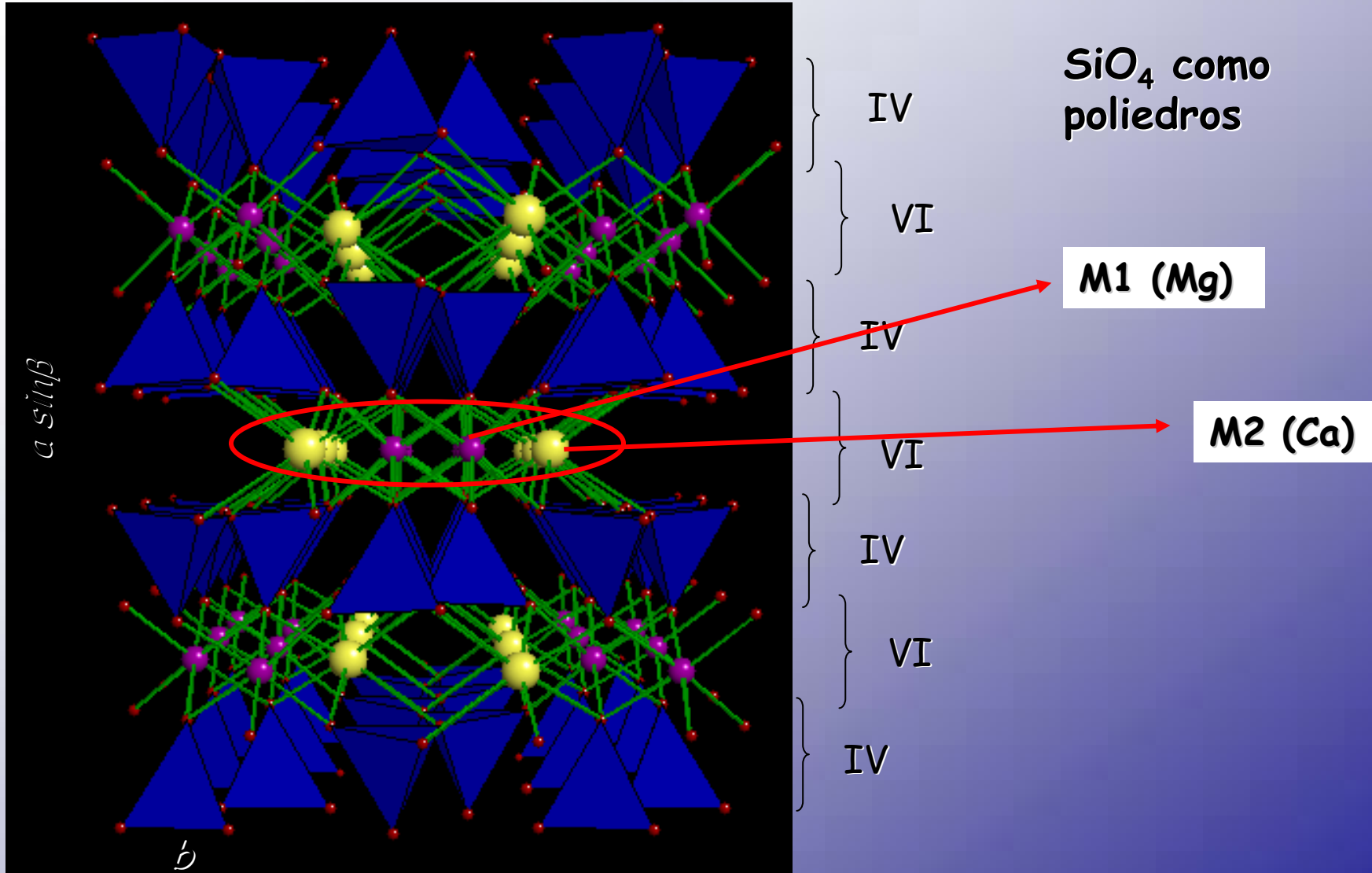
$M1 < M2$

Las cadenas de tetraedros por encima del M1 están compensadas por las de debajo.

Con el bloque donde esta el M2 ocurre lo mismo

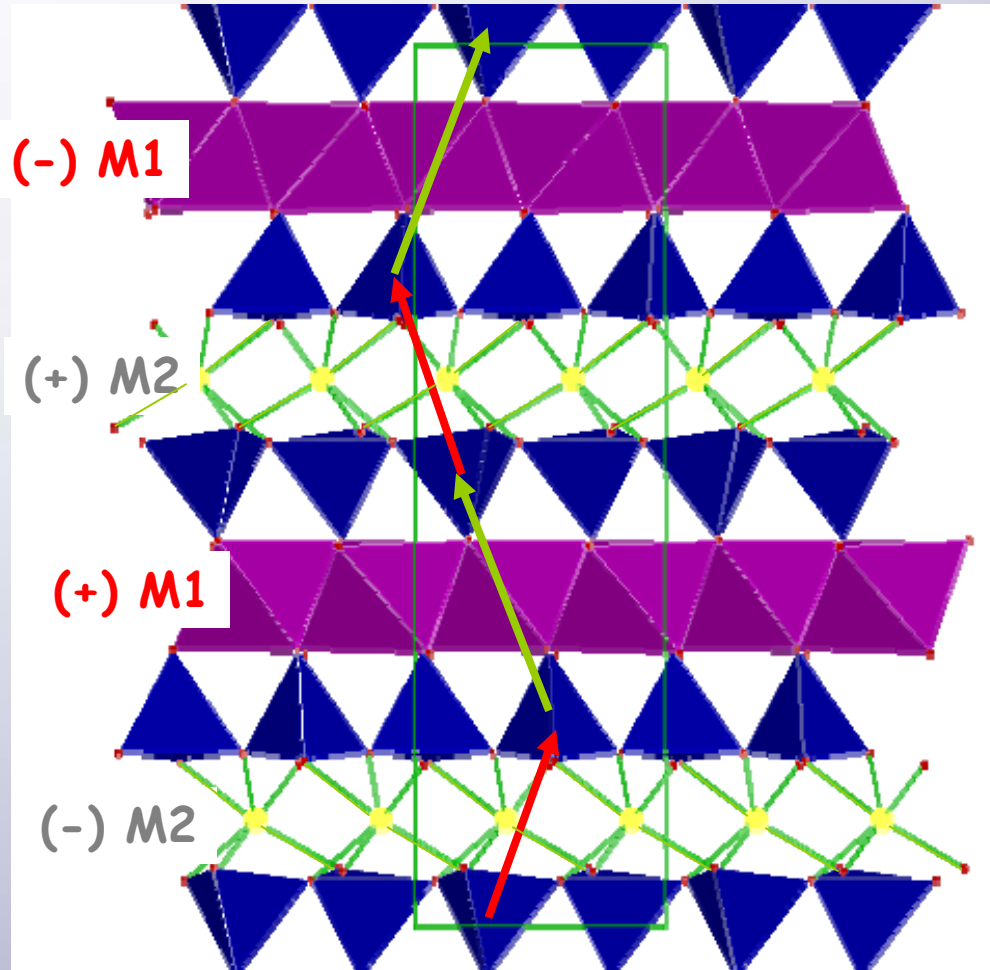
El resultado es una celdilla monoclinica clinopiroxenos

Clinopiroxenos Ej. Diopsido: ($\text{Ca MgSi}_2\text{O}_6$)



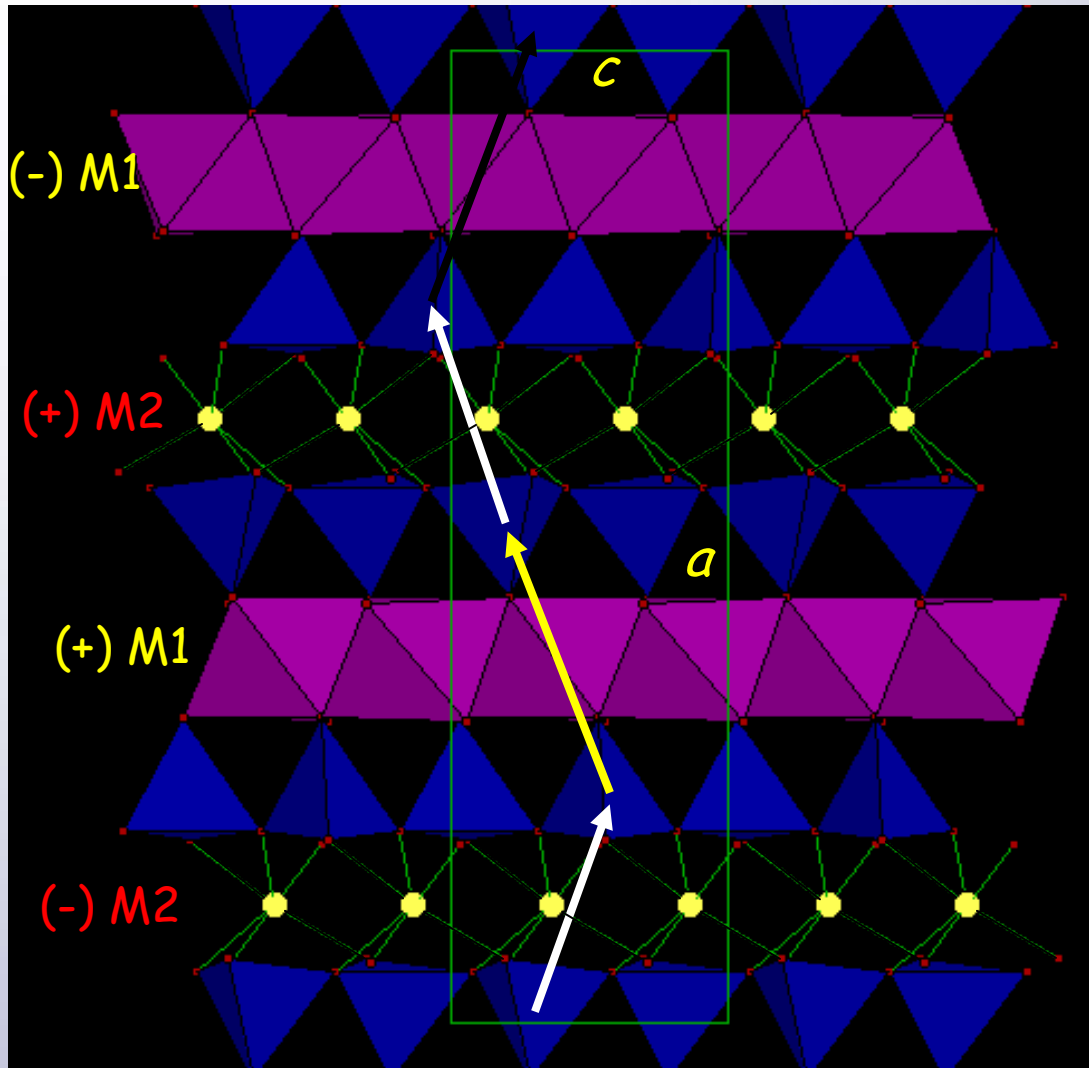
Diopsido (001) azul= Si; morado= M1 (Mg) ; amarillo = M2 (Ca)

ORTOPIROXENOS (Rómbicos)



- Los ortopiroxenos alternan octaedros (+) y (-). El resultado es una simetría **rómbica**

Ortopiroxenos



Ortopiroxenos tienen alternancia de Haces-I (+) y (-)

Las cadenas **no son** equivalentes.

→ **Celdilla ortorrómbica**

→ **doble valor del parámetro a** en la celdilla unidad, b y c son iguales en ambos tipos de estructuras.

→ **El grupo espacial es $Pbca$**

RESUMEN TIPOS ESTRUCTURALES EN PIROXENOS

MONOCLINICOS: $C2/c$

* Alternancia de cadenas de tetraedros y octaedros (o poliedros de coordinación 8), que están unidas paralelamente a (100).

* En las cadenas de tetraedros cada tetraedro comparte dos vértices. La unidad de repetición de cada cadena consiste en dos tetraedros $(TO_3)^{2-}$.

* En la "capa octaédrica" (y con coordinación 8) los cationes se sitúan en dos posiciones M1 (NC=6) y M2 (NC=6,8).

* LAS CADENAS SON TODAS IGUALES Y ESTÁN RELACIONADAS UNAS CON OTRAS POR SIMETRÍA.

ORTOROMBICOS: $Pbca$

- * Las cadenas están **reorganizadas** para ser más estables, \rightarrow entrada de cationes más pequeños.
- * La celdilla es ortorrómbica, b y c iguales, pero el **a es el doble** que en los monoclinicos.
- * **$M2$ tiene siempre $NC=6$, \rightarrow está ocupado por cationes** pequeños. El hueco $M2$ en ortopiroxenos es muy pequeño para que pueda entrar el Ca , por lo que **no hay solución sólida entre ortopiroxenos y clinopiroxenos.**
- * El Mg ocupa los huecos $M1$ y el Fe los $M2$. Este orden no reduce la simetría, ya que los huecos eran originalmente distintos.
- **LAS CADENAS NO SON EQUIVALENTES, PERO LAS ROTACIONES SON TODAS EN EL MISMO SENTIDO.**